

③

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-328964

(43)Date of publication of application : 27.11.2001

(51)Int.Cl.

C07C 67/343
 C07C 67/475
 C07C 69/753
 C07D307/20
 C07D307/60
 C07D309/12
 G03F 7/039
 // C08F 32/00
 C08G 61/08

(21)Application number : 2000-148976

(71)Applicant : TOKYO OHKA KOGYO CO LTD

(22)Date of filing : 19.05.2000

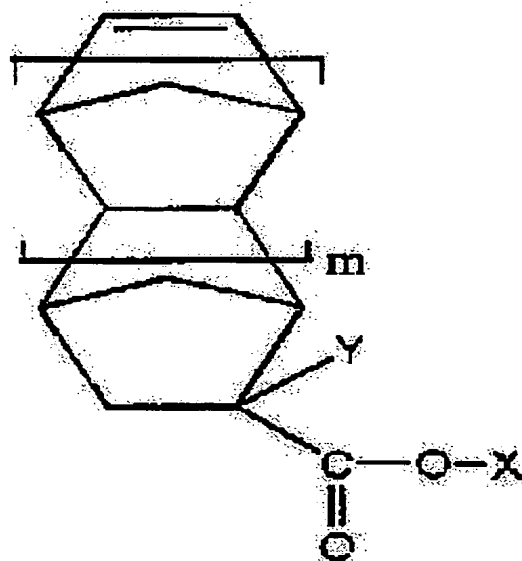
(72)Inventor : OGATA TOSHIYUKI

(54) NEW POLYCYCLIC UNSATURATED HYDROCARBON DERIVATIVE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new polycyclic unsaturated hydrocarbon derivative useful as a monomer for producing radiation-sensitive resists which have good dry etching resistance and excellent transparency for radiations having wavelengths of ≤ 160 nm.

SOLUTION: This polycyclic unsaturated hydrocarbon derivative represented by the general formula [X is an acid-dissociating dissolution-inhibiting group; Y is an electron-attracting group; (m) is 0 or 1].



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-328964

(P2001-328964A)

(43) 公開日 平成13年11月27日 (2001.11.27)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テグト [®] (参考) |
|-------------------------------------|------|----------------|-----------------------|
| C 0 7 C 67/343 | | C 0 7 C 67/343 | 2 H 0 2 5 |
| 67/475 | | 67/475 | 4 C 0 3 7 |
| 69/753 | | 69/753 | C 4 C 0 6 2 |
| C 0 7 D 307/20 | | C 0 7 D 307/20 | 4 H 0 0 6 |
| 307/60 | | 307/60 | Z 4 J 0 3 2 |
| 審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2000-148976(P2000-148976)

(22) 出願日 平成12年5月19日 (2000.5.19)

(71) 出願人 000220239

東京応化工業株式会社

神奈川県川崎市中原区中丸子150番地

(72) 発明者 緒方 寿幸

神奈川県川崎市中原区中丸子150番地 東

京応化工業株式会社内

(74) 代理人 100071825

弁理士 阿形 明 (外1名)

最終頁に続く

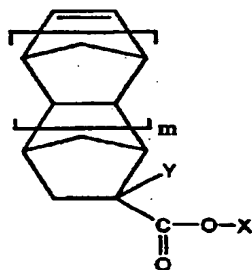
(54) 【発明の名称】 新規多環式不飽和炭化水素誘導体及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 波長160nm以下の放射線に対する透明性が優れ、かつ耐ドライエッチング性の良好な感光放射線レジストを製造するためのモノマーとして有用な新規な多環式不飽和炭化水素誘導体を提供する。

【解決手段】 一般式

【化1】

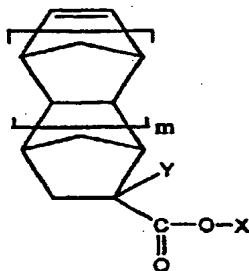


(式中のXは酸解離性溶解抑制基、Yは電子吸引性基、mは0又は1である) で表わされる多環式不飽和炭化水素誘導体である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一般式

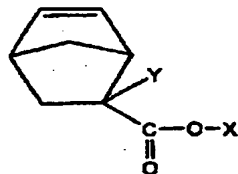
【化1】



(式中のXは酸解離性溶解抑制基、Yは電子吸引性基、mは0又は1である)で表わされる多環式不飽和炭化水素誘導体。

【請求項2】 一般式

【化2】



(式中のXは酸解離性溶解抑制基、Yは電子吸引性基である)で表わされる請求項1記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

【請求項3】 一般式中のXが未置換又はフッ素置換された第三級アルキル基である請求項1又は2記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

【請求項4】 未置換又はフッ素置換された第三級アルキル基が、tert-ブチル基、1-アルキルシクロヘキシル基、2-アルキルアダマンチル基又はそれらのフッ素置換基である請求項3記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

【請求項5】 一般式中のXが環状エーテル基である請求項1又は2記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

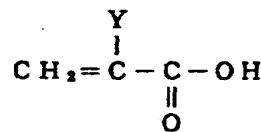
【請求項6】 環状エーテル基が、テトラヒドロピラニル基又はテトラヒドロフラニル基である請求項5記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

【請求項7】 一般式中のYがフッ素原子又はパーフルオロ低級アルキル基である請求項1ないし6のいずれかに記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

【請求項8】 パーフルオロ低級アルキル基がトリフルオロメチル基である請求項7記載の多環式不飽和炭化水素誘導体。

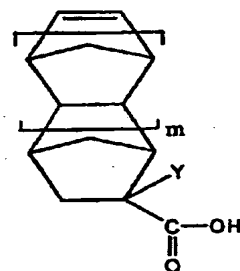
【請求項9】 シクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンに、一般式

【化3】



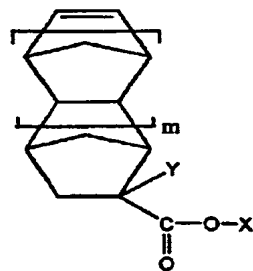
(式中のYは電子吸引性基である)で表わされるアクリル酸誘導体をディールスアルダー反応により縮合させて、一般式

【化4】



(式中のmは0又は1であり、Yは前記と同じ意味をもつ)で表わされる多環式不飽和カルボン酸を得たのち、該不飽和カルボン酸又はその反応性誘導体と酸解離性溶解抑制基となる化合物とをエステル化反応させることを特徴とする、一般式

【化5】



(式中のXは酸解離性溶解抑制基であり、Y及びmは前記と同じ意味をもつ)で表わされる多環式不飽和炭化水素誘導体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長160nm以下の放射線、例えばF₂レーザー光に対して、優れた透明性を有する感放射線レジストを製造するためのモノマーとして有用な新規な多環式不飽和炭化水素誘導体及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体素子の集積度はますます高まり、すでにデザインルール0.20μmのLSIが量産されており、また、デザインルール0.15μmのLSIの生産計画も急ピッチで進められている。さらに、このような半導体リソグラフィ技術においては、レジストとして化学増幅型のポジ型又はネガ型レジストを採用することにより、あるいはこれらと有機又は無機の反射防止膜とを組み合わせることにより、さらにはハーフ

トーンマスクやレベソソマスクなどの露光用マスクの工夫や輪帯照明、スキャン方式、レンズの高NA（NA：レンズの開口数）化などの露光装置の工夫により、デザインルール0.13 μ m付近まで実用化されようとしている。

【0003】一方、0.15 μ m以下の次世代、あるいは次世代のリソグラフィプロセスとしては、F₂レーザー光（157nm）、Ar₂レーザー光（126nm）のような真空紫外線（VUV）や極端紫外線（EUV：13nm）のような160nm以下の放射線を光源に用いるリソグラフィプロセスが有力である。

【0004】このような短波長光を用いたリソグラフィに好適なレジストの設計においては、これまでのKrFレジストやArFレジストと同様に、まずレジストパターンの解像性や耐ドライエッチング性を決定する大きなファクターであるベース樹脂の透明性を上げ、かつ耐ドライエッチング性が優れた構造とすることが必要である。

【0005】このため、レジストのベース樹脂として、側鎖に多環式炭化水素基をもつ樹脂が研究され、これまでアクリル酸エステルの α 炭素原子にトリフルオロ基を導入した含フッ素メタクリル酸エステルモノマーを用いた含フッ素重合体や（特開昭61-190511号公報、特開昭64-43512号公報、特開平3-261952号公報、特開平4-42229号公報、特開平4-52648号公報）、 α -トリフルオロメチル-1-アダマンチルアクリレートの単独重合体又は共重合体が提案されている（特開平9-43848号公報）。しかしながら、これらはいずれもアクリル酸エステル単位を主鎖に有し、側鎖に多環式炭化水素基をもつ樹脂であり、このような構造の樹脂では、160nm以下の短波長に対する透明性及び耐ドライエッチング性が不十分である。

【0006】

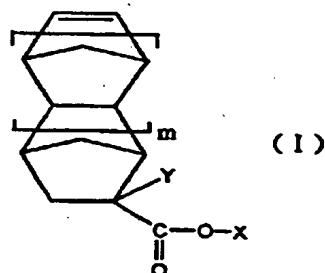
【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような事情のもとで、波長160nm以下の放射線に対する透明性が優れ、かつ耐ドライエッチング性の良好な感放射線レジストを製造するためのモノマーとして有用な新規な多環式不飽和炭化水素誘導体を提供することを目的としてなされたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、 α 位に電子吸引性基をもつアクリル酸とシクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンをディールスアルダー反応させて多環式不飽和カルボン酸を得たのち、酸解離性溶解抑制基で該不飽和カルボン酸の水酸基の水素原子を置換した多環式不飽和炭化水素誘導体を重合すれば、波長160nm以下の放射線に対する透明性が優れ、かつ耐ドライエッチング性の良好な感放射線レジストが得られることを見

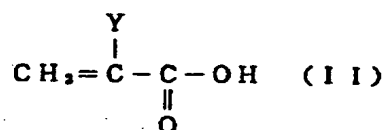
出し、この知見に基づいて本発明を完成するに至った。

【0008】すなわち、本発明は、一般式【化6】



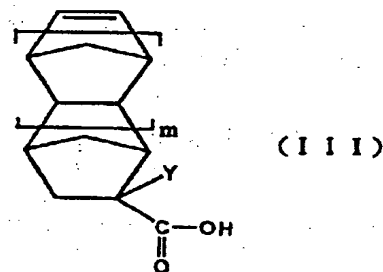
（式中のXは酸解離性溶解抑制基、Yは電子吸引性基、mは0又は1である）で表わされる多環式不飽和炭化水素誘導体を提供するものである。前記多環式不飽和炭化水素誘導体は、本発明に従えば、シクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンに、一般式

【化7】



（式中のYは前記と同じ意味をもつ）で表わされるアクリル酸誘導体をディールスアルダー反応により縮合させて、一般式

【化8】



（式中のY及びmは前記と同じ意味をもつ）で表わされる多環式不飽和カルボン酸を得たのち、該不飽和カルボン酸又はその反応性誘導体と酸解離性溶解抑制基となる化合物とをエステル化反応させることにより製造することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の前記一般式（I）で表わされる多環式不飽和炭化水素誘導体は、文献未載の新規な化合物であって、それを重合すれば、波長160nm以下の放射線に対する透明性が優れ、かつ耐ドライエッチング性の良好な感放射線レジストが得られる。なお、多環式不飽和炭化水素誘導体をモノマーに用いた重合体の透明性が向上することは、分子軌道法による計算において、理論上確認されている。

【0010】前記一般式（I）におけるXで表わされる酸解離性溶解抑制基としては、カルボン酸の水酸基の水

素原子を置換（カルボキシル基を保護）することによって、その重合体のアルカリ可溶性を抑制し、かつ放射線の照射により酸発生剤から発生した酸の作用により解離し、該重合体のアルカリ可溶性を増大し得るものであればよく、従来K r Fポジ型レジストやA r Fポジ型レジストにおいて用いられている様々の基の中から任意に選んで用いることができる。

【0011】このXで表わされる酸解離性溶解抑制基としては、未置換又はフッ素置換された第三級アルキル基、テトラヒドロピラニル基、テトラヒドロフラニル基などの環状エーテル基、1-エトキシエチル基、1-メトキシプロピル基などの鎖状エーテル基などを挙げることができるが、これらの中で未置換又はフッ素置換された第三級アルキル基及び環状エーテル基が好ましく、特に未置換又はフッ素置換された第三級アルキル基が好ましい。

【0012】未置換の第三級アルキル基としては、例えばtert-ブチル基、tert-アミル基などの分岐状アルキル基、2-メチルアダマンチル基や2-エチルアダマンチル基などの2-アルキルアダマンチル基、1-メチルシクロヘキシル基や1-エチルシクロヘキシル基などの1-アルキルシクロヘキシル基などが挙げられる。

【0013】また、フッ素置換された第三級アルキル基としては、上記未置換の第三級アルキル基の水素原子がフッ素原子で置換されたもの、具体的には1, 1-ジフルオロメチル-エチル基などが挙げられる。このようなフッ素置換された第三級アルキル基を酸解離性溶解抑制基とするものは、この化合物から得られた重合体の透明性が、さらに向上するため好ましい。

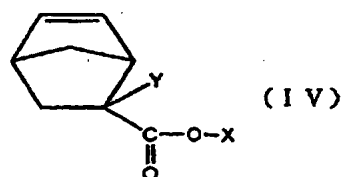
【0014】これらの酸解離性溶解抑制基としては、tert-ブチル基、1, 1-ジフルオロメチル-エチル基及び1-エチルシクロヘキシル基が好ましいが、酸解離性に優れ、高感度である上、耐ドライエッチング性の良好なレジストを与えることができ、しかも多環式不飽和炭化水素誘導体を、容易にかつ安価に製造し得るという点で、特に1-エチルシクロヘキシル基が好ましい。

【0015】一方、前記一般式(I)におけるYで表わされる電子吸引性基としては、ハロゲン原子又はハロゲ

ン置換された炭化水素基、具体的にはフッ素原子、塩素原子、フッ素化アルキル基などを挙げることができるが、強い電子吸引性基は、より透明性に寄与することが考えられるので、フッ素原子及びパーフルオロ低級アルキル基が好ましい。該パーフルオロ低級アルキル基としては、特にトリフルオロメチル基が好適である。

【0016】前記一般式(I)で表わされる多環式不飽和炭化水素誘導体における環構造は、mが0の場合、ビシクロ[2. 2. 1]-2-ヘプテン（ノルボルネン）環となり、mが1の場合、テトラシクロ[4. 4. 0. 1². 5. 1⁷. 10]-3-ドデセン環となる。これらの中で、mが0であるノルボルネン環を有するもの、すなわち、一般式

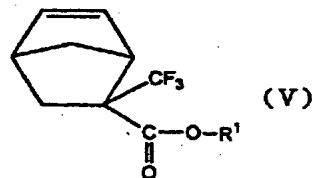
【化9】



（式中のX及びYは前記と同じ意味をもつ）で表わされる化合物が、原料を安価に入手することができ、かつ容易に製造しうるので、実用的で好ましい。

【0017】上記一般式(IV)で表わされる化合物の中で、特に一般式

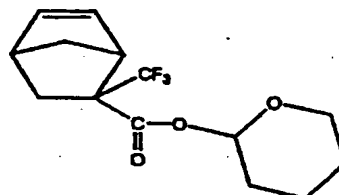
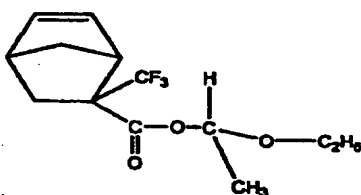
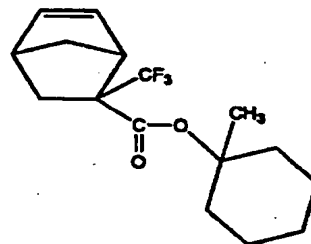
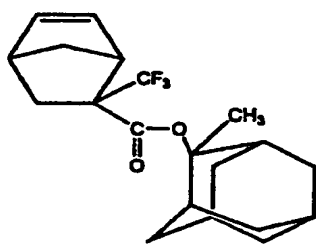
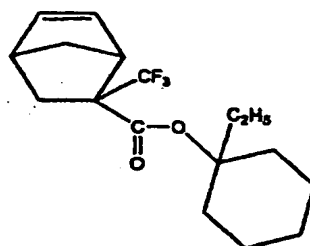
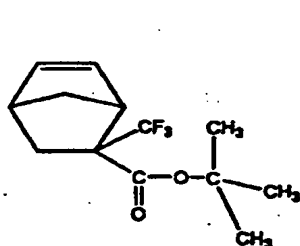
【化10】



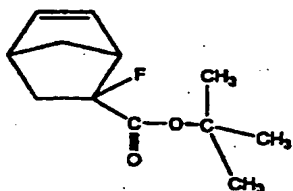
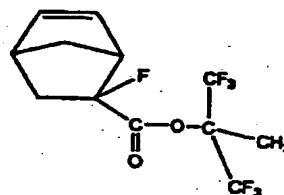
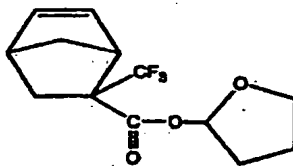
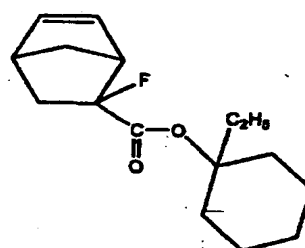
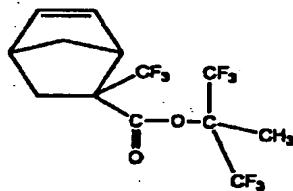
（式中のR'は未置換又はフッ素置換された第三級アルキル基である）で表わされる化合物が好適である。

【0018】前記一般式(I)で表わされる本発明の多環式不飽和炭化水素誘導体としては、例えば下記の構造の化合物を挙げることができる。

【化11】



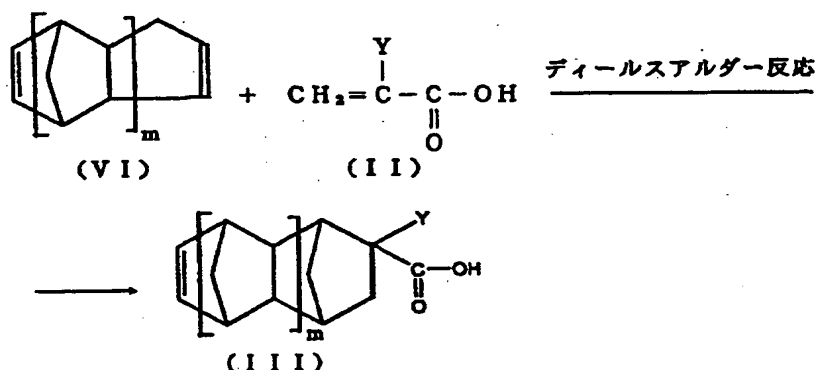
【化12】



【0019】前記一般式(I)で表わされる本発明の多環式不飽和炭化水素誘導体の製造方法としては特に制限はないが、以下に示す本発明方法に従えば、効率よく所望の多環式不飽和炭化水素誘導体を製造することができ

る。

【0020】本発明方法においては、まず、反応式【化13】



(式中のY及びmは前記と同じ意味をもつ)で示すように、式(VI)で表わされるシクロペンタジエン又はジシクロペンタジエンに、一般式(II)で表わされるアクリル酸誘導体をディールスアルダー反応させて、一般式(III)で表わされる多環式不飽和カルボン酸を製造する。前記一般式(II)で表わされるアクリル酸誘導体としては、例えばα-フルオロアクリル酸やα-トリフルオロメチルアクリル酸などが挙げられる。

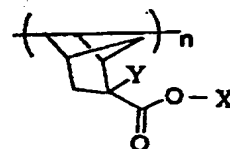
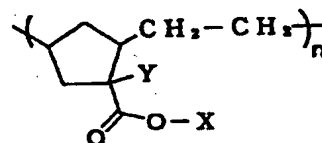
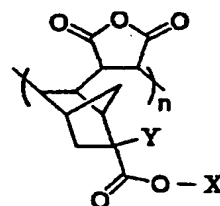
【0021】次に、このようにして得られた前記一般式(III)で表わされる多環式不飽和カルボン酸又はその反応性誘導体と、酸解離性溶解抑制基を与える化合物とをエステル化反応させることにより、前記一般式

(I)で表わされる本発明の多環式不飽和炭化水素誘導体を製造する。上記酸解離性溶解抑制基を与える化合物としては、例えばtert-ブチルアルコール、1-エチル-1-ヒドロキシシクロヘキサン、2-メチル-2-アダマンタノールなどのアルコール類、2,3-ジヒドロピラン、エチルビニルエーテルなどの不飽和化合物が挙げられる。

【0022】酸解離性溶解抑制基を与える化合物がアルコール類の場合は、一般式(III)で表わされる多環式不飽和カルボン酸又はその反応性官能的誘導体と該アルコール類とを反応させて、エステル化する。この反応性官能的誘導体としては、例えば、酸ハライドがある。一方、酸解離性溶解抑制基を与える化合物が不飽和化合物である場合は、一般式(III)で表わされる多環式不飽和カルボン酸を該不飽和化合物に付加させてエステル化する。

【0023】本発明の多環式不飽和炭化水素誘導体をモノマーとする重合体としては、例えば、

【化14】



(式中のnは重合度を示し、X及びYは前記と同じ意味をもつ)で表わされる重合体などを挙げることができる。

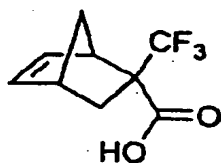
【0024】本発明の多環式不飽和炭化水素誘導体から得られた重合体は、波長160nm以下の放射線に対する透明性及び耐ドライエッチング性が優れるので、感放射線レジストのベース樹脂として好適に用いられる。上記波長160nm以下の放射線としては、例えばF₂レーザー光(157nm)、Ar₂レーザー光(126nm)、極端紫外線(EUV:13nm)などが挙げられる。

【0025】

【実施例】次に、本発明を実施例により、さらに詳細に説明するが、本発明は、これらの例によってなんら限定されるものではない。

【0026】参考例1(2-トリフルオロメチル-2-カルボキシ-5-ノルボルネンの製造)

【化15】



α -トリフルオロメチルアクリル酸 1.4 g (0.1 モル) をジエチルエーテル 10.0 ml に溶解し、これにジシクロペンタジエンを加熱・蒸留して得たシクロペンタジエン 6.6 g (0.1 モル) を室温において攪拌しながら 15 分間にわたって滴下した。次いで、この溶液を氷浴にて、12 時間 0℃ にて続けて反応させた。反応終了後、ジエチルエーテルにて再結晶し、上記構造式で表わされる 2-トリフルオロメチル-2-カルボキシ-5-ノルボルネン 16.5 g (収率 80%) を得た。この化合物の同定を、プロトン NMR と赤外線吸収スペクトルで行ったところ、次の結果を得た。

プロトン NMR ($^1\text{H-NMR}$ 溶媒 CDCl_3)
 $\delta = 9.6$ (br, 1H), 6.35 (m, 1H), 6.2 (m, 1H), 3.4 (d, 1H), 3.0 (m, 1H), 2.05 (d, 2H), 1.78 (d, 1H), 1.5 (d, 1H)

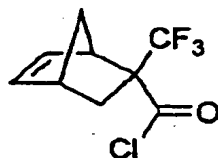
赤外線吸収スペクトルデータ

3000 cm^{-1} ($-\text{OH}$ に帰属), 1715 cm^{-1} ($-\text{CO}-$ に帰属)

以上の結果より、上記化合物であることが確認された。

【0027】参考例 2 (2-トリフルオロメチル-2-クロロカルボニル-5-ノルボルネンの製造)

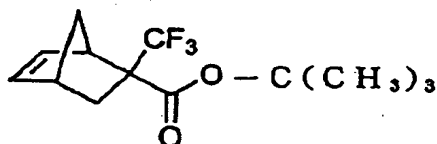
【化 16】



参考例 1 で得た化合物 2.06 g (0.01 モル) 及び塩化チオニル 7.0 g (0.059 モル) の混合物を 5 時間加熱還流させたのち、過剰な塩化チオニルを留去した。その一部を赤外線吸収スペクトルに供し、カルボニル基の 1795 cm^{-1} ($\nu_{\text{C=O}}$) のピークシフトを確認し、残分をそのまま酸塩化物とした。

【0028】実施例 1 (2-トリフルオロメチル-2-tert-ブチルオキシカルボニル-5-ノルボルネンの製造)

【化 17】



tert-ブチルアルコール 3.7 g (0.05 モル)

とトリエチルアミン 1.2 g (0.01 モル) をジエチルエーテル 10 ml に溶解し、室温で攪拌し、これに参考例 2 で得た化合物 1.26 g (0.005 モル) のジエチルエーテル 5 ml 溶液を滴下し、さらに 24 時間攪拌したのち、反応溶液を飽和食塩水で洗浄、硫酸ナトリウムを用いて乾燥したのち、ジエチルエーテルを留去後、減圧蒸留し、2-トリフルオロメチル-2-tert-ブチルオキシカルボニル-5-ノルボルネン 0.5 g (収率 38%) を得た。この化合物の同定を、プロトン NMR と赤外線吸収スペクトルで行ったところ、次の結果を得た。

プロトン NMR ($^1\text{H-NMR}$ 溶媒 CDCl_3)

$\delta = 6.4$ (m, 1H), 6.25 (m, 1H), 3.5 (s, 1H), 3.05 (s, 1H), 2.15 (m, 2H), 1.82 (d, 1H), 1.55 (d, 1H), 1.30 (s, 9H)

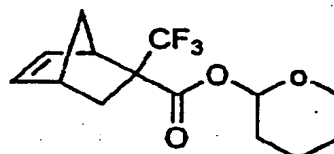
赤外線吸収スペクトルデータ

1757 cm^{-1} ($\nu_{\text{C=O}}$)

以上の結果より、上記化合物であることが確認された。

【0029】実施例 2 (2-トリフルオロメチル-2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル-5-ノルボルネンの製造)

【化 18】



参考例 1 で得られた化合物 10.3 g (0.05 モル) と 2,3-ジヒドロピラン 6.3 g (0.075 モル) をジエチルエーテル 100 ml に溶解し、これに p-トルエンスルホン酸 0.005 モルを加えて氷浴にて 2.5 時間反応させた。反応溶液を飽和食塩水で洗浄、硫酸ナトリウムにて乾燥し、ジエチルエーテルを留去後、減圧蒸留し、2-トリフルオロメチル-2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル-5-ノルボルネン 10 g (収率 70%) を得た。この化合物の同定を、プロトン NMR と赤外線吸収スペクトルで行ったところ、次の結果を得た。

プロトン NMR ($^1\text{H-NMR}$ 溶媒 CDCl_3)

$\delta = 6.35$ (m, 1H), 6.15 (m, 1H), 6.05 (m, 1H), 4.9 (m, 1H), 3.7-3.9 (m, 2H), 3.35-3.6 (m, 2H), 3.05 (s, 1H), 2.05 (m, 2H), 1.45-1.9 (m, 6H)

赤外線吸収スペクトルデータ

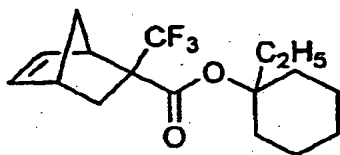
1746 cm^{-1} ($\nu_{\text{C=O}}$)

以上の結果より、上記化合物であることが確認された。

【0030】実施例 3 (2-トリフルオロメチル-2-(1-エチル-1-シクロヘキシル)オキシカルボニル

- 5 - ノルボルネンの製造)

【化19】



1-エチル-1-ヒドロキシシクロヘキサン6.4g (0.05モル)とトリエチルアミン1.2g (0.01モル)をジエチルエーテル20mlに溶解し、室温で攪拌し、これに参考例2で得られた化合物1.26g (0.005モル)のジエチルエーテル5ml溶液を滴下し、さらに24時間攪拌した。反応溶液を飽和食塩水で洗浄、硫酸ナトリウムにて乾燥し、ジエチルエーテルを留去後、減圧蒸留し、2-トリフルオロメチル-2-(1-エチル-1-シクロヘキシル)オキシカルボニル-5-ノルボルネン0.5g (収率32%)を得た。こ

の化合物の同定を、プロトンNMRと赤外線吸収スペクトルで行ったところ、次の結果を得た。

プロトンNMR ($^1\text{H-NMR}$ 溶媒 CDCl_3)

$\delta = 6.4$ (m, 1H), 6.25 (m, 1H), 3.52 (s, 1H), 3.05 (s, 1H), 2.15 (m, 2H), 1.82 (d, 1H), 1.2-1.8 (m, 13H), 0.9 (t, 3H)

赤外線吸収スペクトルデータ

1757 cm^{-1} ($\nu_{\text{C=O}}$)

以上の結果より、上記化合物であることが確認された。

【0031】

【発明の効果】本発明の多環式不飽和炭化水素誘導体は、新規な化合物であって、波長160nm以下の放射線に対して優れた透明性を示し、かつ耐ドライエッチング性が良好な感放射線レジストを製造するためのモノマーとして有用である。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

C 07 D 309/12

C 07 D 309/12

4 J 1 0 0

G 0 3 F 7/039

6 0 1

G 0 3 F 7/039

6 0 1

// C 0 8 F 32/00

C 0 8 F 32/00

C 0 8 G 61/08

C 0 8 G 61/08

Fターム(参考) 2H025 AA00 AA09 AB16 AC08 AD01

AD03 BG00 BJ10

4C037 DA06 KA09

4C062 AA21

4H006 AA01 AA02 AB46 AB91 AC21

AC28 AC48 BM30 BM71 BT22

FC34

4J032 CA36 CA38 CA43 CA45 CA46

CA53 CB01 CB04 CE12

4J100 AK32Q AR11P BA02P BA15P

BA20P BB07P BB17P BB18P

BC04P BC09P BC53P CA01

CA04 JA38

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)